

改訂カンボジア高校物理教科書について

安藤 雅夫 (物理学)

1 はじめに

カンボジアの理数科教育に関しては、近年途上国への教育協力の高まりと共に、おもに国際協力機構 (JICA) によりいくつかのプロジェクト改善計画が実行されている。2000 年から 2005 年までの理数科教育改善計画 (STEPSAM) では、高校の教員養成校である国立教育研究所 (NIE) の理数科教育に係る機能・能力の向上を目標とし、一方で教科書分析も行われた [1]。

引き続き、理数科教科書策定支援プロジェクト (ISMEC) では、2005 年から 2008 年に実施され、その目標は、高校理数科教育のカリキュラムと教科書開発のための教育・青年・スポーツ省 (MoEYS) 内のプロセスが確立することであった [2]。

現在は、理科教育改善プロジェクト (2008 年から 2012 年) が実施され、初等教育から前期中等教育にかけての理数科教育の質的向上が目標とされている。

本論文では、第 10 学年から 12 学年までのカリキュラム改訂、第 10 学年の教科書・教師指導書改訂についての現状を報告した [2] ことをうけ、発行された第 10 学年および第 11 学年の物理教科書の内容について、いくつかの検討を試みた。

2 第 10 学年

第 10 学年の教科書は、白黒で 188 ページ。教科書の構成は、理科共通項目が初めにあり、そのあと、序論、第 1 章 力学、第 2 章 熱力学、第 3 章 電磁気学、第 4 章 光学、第 5 章 エネルギーと生活と続く。各章のはじめには、学習目標があり、章末には、実験、まとめ、演習

問題が並ぶ。

理科共通項目が、新しい教科書の特徴のひとつであり、物理だけでなく、化学、生物と共通である。理科共通科目の内容は、1. 科学法則 2. 科学の方法 3. 測定 4. 実験上の注意 となっている。例えば、「3. 測定」の「有効数字」では、「乗除計算では、有効数字は少ない方の桁数に合わせる」とし、 $\frac{5.3\text{m}}{1.67\text{m/s}} = 3.2\text{s}$ や $2.4\text{m} \times 3.65\text{m} = 8.76\text{m}^2 = 8.8\text{m}^2$ などの具体例と共に解説されている。

「第 4 章 光学」を検討する。内容は次の通りである。

1. 光の性質
 - (a) 光の性質
 - (b) 光速度の測定
 - (c) 反射と屈折
 - (d) ホイヘンスの原理
 - (e) 全反射
 - (f) 実験
 - (g) フェルマーの原理
 - (h) まとめ
 - (i) 問題
2. レンズ
 - (a) 薄いレンズ
 - (b) レンズの実験
 - (c) レンズの応用

「光速度の測定」の一部を紹介すると、「1675 年オランダの科学者レーマー (1644 - 1710) は、光速度を測定した。木星の衛星 IO の軌道と食の時刻のずれ 22 分と距離 $2.83 \times 10^{11}\text{m}$ から $2.14 \times 10^8\text{m/s}$ と発表した」とあり、図と共にレーマーの実験方法を記載してある。

ただ、フィゾーの測定では、図が示されてい

るのに関わらず、光速の求め方が示されていない。原稿段階では、例題として、距離、歯数、回転数をフィゾーの実験結果から、光速 $c =$

$$\frac{2l}{\frac{l}{fN}} = 3.13 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ を導出してあったのだが,}$$

削除されたのは残念である。

日本の高校教科書 [3] と同じ光学について比較する。

1. 光の性質
 - (a) 光とその種類
 - (b) 光の速さ
 - (c) 偏光
2. 光の進み方
 - (a) 光の反射と屈折
 - (b) 全反射
 - (c) 光の散乱
 - (d) 光の分散
3. レンズ
 - (a) 凸レンズ・凹レンズ
 - (b) 凸レンズによる実験
 - (c) 凸レンズによる虚像
 - (d) 凹レンズによる実験
 - (e) レンズの式のまとめ
4. 光の干渉と回折
(略)
5. 演習問題
6. 探求活動

内容に大きな違いはないが、カンボジアの教科書で扱うフェルマーの原理は、日本では学習しない。また、光の干渉と回折は、カンボジアでは、第 11 学年で学習する。

全体的には、第 11 学年教科書で後述するように、数学のベクトルが用いられていることが、特徴である（例えば、 $\vec{F} = m\vec{a}$ 、仕事で内積を導入）。

3 第 11 学年

第 11 学年の教科書は、全部で 252 ページで、

項目は、第 1 章 力学、第 2 章 熱力学、第 3 章 波、第 4 章 電磁気 である。

「第 1 章 力学」の一部を見る。

1. 平面上の運動
 - (a) 変位と速度
 - (b) 加速度
 - (c) 曲線運動
 - (d) 相対速度と相対加速度
2. ニュートンの法則の応用
 - (a) 円運動
 - (b) 向心力と遠心力
 - (c) 加速度系の運動
3. 重力
 - (a) ケプラーの法則
 - (b) 万有引力の法則
 - (c) 重力場
 - (d) 万有引力による位置エネルギー

日本の教科書と比較すると、(1) 円運動での速度、加速度の記述に単位ベクトルが使われているようにベクトル、微分が用いられている (2) 加速度系の説明のように、一段と踏み込んだ内容が取り扱われている、ことが特徴である。

この傾向は、他の力学分野や電磁気学などでも顕著である。例をあげると、トルクの箇所では、ベクトル積が導入されている。剛体の回転では、慣性モーメント、角加速度、角運動量が説明されている。ただ、これらの内容は、以前の教科書でも扱われていたため、教える側にとってそれほど違和感はないと思われる。

4 まとめ

以前の教科書では、力学と波動の順序に混乱があるなど、学習者に混乱が生じていた。しかし、改訂された教科書では、SVAY ら [4] が指摘するように、速さと速度の違い、距離と変位の違いなど力学分野での学習者がつまづきやすい点を改善する必要があると思われる。

一方、HAM ら [5] は、項目の内容の選び方に偏りがあると指摘している。すなわち、力学、

電気、熱力学は項目が多いが、波動、電磁気学、光学などはすくない、と結論づけている。ただ、以前は、熱力学の単元がカリキュラム上にはあるが、教科書では省略されていたこと、また、力学は、回転運動などの項目が多いため結果であると、指摘しておきたい。

参考文献

- [1] 安藤雅夫：「カンボジアにおける理科教育」，東海女子短期大学紀要，第 28 号，pp.1-7, 2002
- [2] 安藤雅夫，尾崎浩巳：「カンボジア高校物理教科書の改訂」，東海女子短期大学紀要，第 34 号 ,pp.25-31,2008

- [3] 國友正和他：『改訂版 高等学校物理 I,II』，数研出版 ,2010
- [4] SVAY Souma, HAM Chenda, TSUTAOKA Takanori, SHIMIZU Kinya:A preliminary analysis of physics textbooks and student misconception of force and motion in Cambodia, 日本理科教育学会全国大会発表論文集，第 8 号，p.74,2008
- [5] HAM Chenda,TSUTAOKA Tsutaoka,SVAY Souma, SHIMIZU Kinya :An analysis of Physics textbooks in Cambodia considering the contents and experiments, 日本理科教育学会全国大会発表論文集，第 8 号，p.72,2008

—初等教育—